

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
 - TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
 - FADED TEXT
 - ILLEGIBLE TEXT
 - SKEWED/SLANTED IMAGES
 - COLORED PHOTOS
-
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
 - GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 59157714
PUBLICATION DATE : 07-09-84

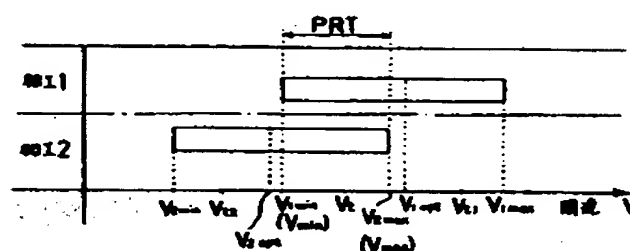
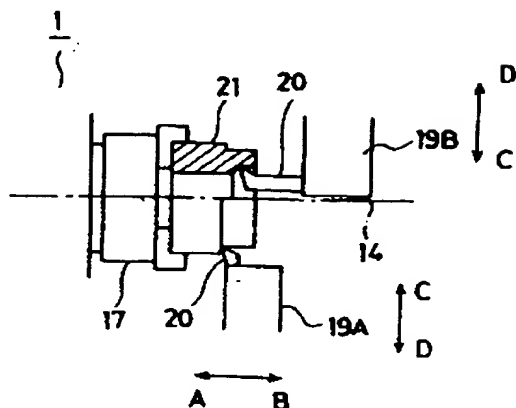
APPLICATION DATE : 25-02-83
APPLICATION NUMBER : 58031252

APPLICANT : YAMAZAKI MAZAK CORP;

INVENTOR : NAKAYAMA KOJI;

INT.CL. : G05B 19/407

TITLE : MAIN SPINDLE CONTROL METHOD
OF FOUR-SPINDLE NUMERICALLY
CONTROLLED LATHE



ABSTRACT : PURPOSE: To improve the precision of simultaneous working due to two tool posts by storing speed data such as a minimum value and a maximum value of a peripheral speed or the like in a memory.

CONSTITUTION: Speed data VDT such as a maximum value and a minimum value of a peripheral speed or the like corresponding to the kind of working and a working position is stored preliminarily in a peripheral speed set memory (which is not shown in Fig.). Speed data VDT corresponding to the kind of working, which should be executed by tool posts 19A and 19B, and the working position is read out from said memory, and a target peripheral speed V_c is operated and determined on a basis of speed data VDT, and an average value V_t of peripheral speeds V_{t1} and V_{t2} of edges of tools 20 on tool posts 19A and 19B is allowed to coincide with the target peripheral speed V_c in principle, and a rotation number N_s of a main shaft is so controlled that peripheral speeds V_{t1} and V_{t2} are between the maximum value and the minimum value of the corresponding peripheral speed of speed data VDT in any case.

COPYRIGHT: (C)1984,JPO&Japio

THIS PAGE BLANK (USPTO)

⑬ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭59—157714

⑤ Int. Cl.³
G 05 B 19/407

識別記号

庁内整理番号
7623—5H

⑬ 公開 昭和59年(1984)9月7日

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 7 頁)

⑭ 4軸数値制御旋盤における主軸制御方法

乗船1番地株式会社山崎鉄工所
本社工場内

⑯ 特 願 昭58—31252

⑯ 発 明 者 中山浩二

⑯ 出 願 昭58(1983)2月25日

愛知県丹羽郡大口町大字小口字
乗船1番地株式会社山崎鉄工所
本社工場内

⑯ 発 明 者 坂井孝義

愛知県丹羽郡大口町大字小口字
乗船1番地株式会社山崎鉄工所
本社工場内

⑯ 出 願 人 株式会社山崎鉄工所

丹羽市大口町大字小口字乗船1
番地

⑯ 発 明 者 長谷川俊二

愛知県丹羽郡大口町大字小口字

⑯ 代 理 人 弁理士 相田伸二 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

4軸数値制御旋盤における主軸制御方法

2. 特許請求の範囲

2個の刃物台を有し、それ等2個の刃物台で主軸に装着されたワークに対して同時加工を行なう4軸数値制御旋盤において、加工の種類及び加工部位に応じた周速の最大値と最小値等の速度データを格納した周速設定メモリを設け、同時加工に際しては、前記周速設定メモリから、各刃物台で実行すべき加工の種類及び加工部位に対応した速度データを読み出し、それ等速度データから目標速度を演算決定すると共に、各刃物台における工具の刃先の周速の平均値を、前記目標速度に原則的に一致させ、かつどのような場合でも、各刃物台の刃先の周速が、前記読み出された速度データの対応する周速の最大値と最小値の間に位置するように、主軸の回転数を制御するようにして構成した4軸数値制御旋盤における主軸制御方法。

3. 発明の詳細な説明

(a) 発明の技術分野

本発明は、4軸数値制御旋盤を用いて2個の刃物台で同時加工を行なう際に適用される主軸制御方法に関する。

(b) 技術的背景

4軸数値制御旋盤により、2個の刃物台で同時加工を行なう場合、主軸をどのような回転数で回転させるかは大きな問題となる。例えば、外径を加工する場合、周速が一定になるように制御するためには、ワークが切削され、直径が小さくなるに従って回転数を上げる必要があるが、同時に内径を、周速一定で加工するには、切削によって直径が拡大するに従って回転数を下げてゆく必要がある。

(c) 従来技術と問題点

従来、こうした場合には、どちらか一方の刃物台に着目して、当該刃物台の切削に適した速度で周速が一定になるように主軸の回転数も制御するか、両方の刃物台を考慮して回転数が一

定になるように制御するか、いずれかの方法が用いられていた。

しかし、前者の場合、一方の刃物台で外径加工を、もう一方の刃物台で内径加工を行なおうとすると、外径加工は、既に述べたように、加工の進行に伴って徐々に回転数が上がる方が望ましく、内径加工はその逆であるために、一方の刃物台による加工を優先することは、他方の刃物台の加工に無理が生じ易い不都合がある。

また、後者の場合には、全加工工程について、周速の低い方の刃物台を基準にした一定の回転数を維持することが多いが、この場合、加工プログラムの作成作業は容易となる反面、加工効率が悪化することは避けられない。また、加工効率を上げるために、各工程について細かく回転数を指示することは、プログラムが複雑になり、その作成に多くの時間を必要とすることになる。

(d) 発明の目的

本発明は、前述の欠点を解消すべく、2個の

刃物台による同時加工を、加工効率を悪化させることなく、両方の刃物台にとって適正な周速で行なうことの可能な、4軸数値制御旋盤における主軸制御方法を提供することを目的とするものである。

(e) 発明の構成

即ち、本発明は、加工の種類及び加工部位に応じた周速の最大値と最小値等の速度データを格納した周速設定メモリを設け、同時加工に際しては、前記周速設定メモリから、各刃物台で実行すべき加工の種類及び加工部位に対応した速度データを読み出し、それ等速度データから目標速度を演算決定すると共に、各刃物台における工具の刃先の周速の平均値を、前記目標速度に原則的に一致させ、かつどのような場合でも、各刃物台の刃先の周速が前記読み出された速度データの周速の最大値と最小値の間に位置するように、主軸の回転数を制御するようにして構成される。

(f) 発明の実施例

以下、図面に基づき、本発明の実施例を説明する。

第1図は本発明が適用された4軸数値制御旋盤の制御部分の一例を示すブロック図、第2図は4軸数値制御旋盤の刃物台周辺の一例を示す図、第3図は周速決定プログラムの一例を示すフローチャート、第4図はチャックに把持されたワークを示す断面図、第5図は2個の刃物台で実行する各加工の最大、最小及び最適周速を示す図、第6図は加工位置と主軸回転数の関係を示す図である。

4軸数値制御旋盤1は、第1図に示すように、主制御部2を有しており、主制御部2にはプログラムメモリ3、主軸制御部5、送り軸制御部6、ディスプレイ7、キーボード9、周速演算部10、周速設定メモリ11、周速決定制御部8等がバス線12を介して接続している。また、主軸制御部5には主軸駆動モータ13が接続しており、送り軸制御部6にはトランスデューサ16の装着された2個の送り軸駆動モータ15

が接続している。

一方、旋盤1は、第2図に示すように、主軸に装着されたチャック17を有しており、更に、主軸の軸心、即ちZ軸14を挟む形で、工具20の装着された2個の刃物台19A、19BがZ軸14と平行な矢印A、B方向及び、Z軸と直角なX軸方向、即ち矢印C、D方向に移動駆動自在に設けられている。

4軸数値制御旋盤1は、以上のような構成を行するので、旋盤1を用いてワーク21の加工を行なう場合には、ワーク21をチャック17に装着した状態で、キーボード9を介して主制御部2に加工開始を指令する。すると主制御部2は加工プログラムメモリ3から、チャック17に保持されたワーク21に対応した加工プログラムPRGを読み出し、当該加工プログラムPRGに基づいて、主軸制御部5及び送り軸制御部6を介して主軸駆動モータ13及び送り軸駆動モータ15を駆動制御する。

即ち、加工プログラムPRG中には、各刃物

台19A、19Bが実行すべき加工の種類(棒状加工、ならい加工、ねじ加工、ドリル加工、溝加工等)、加工部位(外径、内径、端面等)、ワーク材質、使用工具、加工程度(荒加工か仕上げ加工か)及び、加工開始位置等が加工情報として格納されているので、送り軸制御部6は各刃物台19を矢印A、B又はC、D方向に移動させて、各刃物台19A、19Bに装着された工具20の刃先を加工開始位置に位置決めする。一方、主制御部2は加工プログラムP R Oの加工情報から周速設定メモリ11を検索し、加工の種類、部位、程度に応じた周速を読み出して、周速演算部10及び周速決定制御部8に出力する。周速設定メモリ11には加工の種類、加工の程度、加工部位に応じた周速が、最大値、最小値及び最適値の3つに区分された形で速度データV D Tとして格納されているので、加工の種類、程度及び部位がプログラムP R Oから読み出されると、直ちに当該加工に適した周速が、最大、最小、最適値として一括して出力される。

仮に、第4図に示すような、中空円筒形のワーク21の内外周を、刃物台19Aで点Eから点Fまで(加工1)、刃物台19Bで点Hから点Gまで(加工2)加工する場合に、周速設定メモリ11から読み出された加工1、加工2の最大周速 V_{max} 、 V_{zmax} 、最小周速 V_{min} 、 V_{zmin} 、最適周速 V_{lopt} 、 V_{zopt} が、第5図に示すような関係だったとすると、周速演算部10は、演算部10に格納された周速決定プログラムV P R Oに従って加工時の目標周速 V_c を決定する。

即ち、第3図に示すように、周速決定プログラムV P R Oでは、ステップS1、S2で、加工1と加工2の最大周速 V_{max} 、 V_{zmax} と最小周速 V_{min} 、 V_{zmin} で挟まれる領域が、第5図に示すように、互いに重複している部分P R Tを有するか否かを判定し、重複部分P R Tを有さない場合には、刃物台19A、19Bによる加工1と加工2の同時加工は不可能と判断して、ステップS3に入り、ディスプレイ7上にアラ

ーム表示を行なう。重複部分P R Tを有する場合には、ステップS4に入り、目標周速 V_c を、

$$V_c = (V_{lopt} + V_{zopt}) / 2 \quad \cdots \cdots (1)$$

即ち、加工1及び2における最適周速 V_{lopt} と V_{zopt} の平均を取ることで求める。目標周速 V_c が決定されると、ステップS5、S6、S7で重複部分P R Tの最大周速 V_{max} を求め、更にステップS8、S9、S10で重複部分P R Tの最小周速 V_{min} を求める。次に、ステップS4で求めた目標周速 V_c が、 $V_{min} \leq V_c \leq V_{max}$ の場合には(周速 V_c が重複部分P R Tに含まれる場合)、目標周速 V_c は、(1)式で得られた値をそのまま採用するが、 $V_c < V_{min}$ の場合には(1)式の周速 V_c が、重複部分P R Tより第5図左方に位置する場合)、ステップS11、S12、S13により、目標周速 V_c として、重複部分P R Tの最小周速 V_{min} を採用し、 $V_c > V_{max}$ の場合には(1)式の周速 V_c が、重複部分P R Tより第5図右方に位置する場合)、ステップS14により、重複部

分P R Tの最高周速 V_{max} を目標周速 V_c として採用して、周速決定制御部8へ出力する。

こうして、目標周速 V_c が周速決定プログラムV P R Oに基づいて決定されたところで、主制御部2は、主軸制御部5を介して駆動モータ13を回転駆動して、ワーク21をチャック17と共にZ軸14を中心に回転させ、刃物台19A、19Bに基づく加工を開始する。

一方、送り軸駆動モータ15に装着されたトランスデューサ16からは、モータ15の所定回転角度毎に位置パルスP L 1、P L 2が送り軸制御部6へ出力され、制御部6はパルスP L 1、P L 2を積算することにより、刃物台19A、19B、従って各刃物台19A、19Bに装着された工具20、20の刃先のZ軸14に対する矢印C、D方向、即ちX軸方向の位置を直ちに知ることができる。制御部6は、各工具20のX軸方向の刃先位置P Xを、周速決定制御部8に通知する。制御部8には、主軸制御部5から現在の主軸、従ってワーク21の回転数

が出力されているので、加工を開始した工具 20 刃先位置 P X と、現在のワーク 21 の回転数から、各工具 20 における刃先の周速 V_{t1}, V_{t2} を演算し、

$$V_t = (V_{t1} + V_{t2}) / 2 \quad \dots\dots\dots (2)$$

が周速演算部 10 によって決定された目標周速 V_c と等しくなるように、主軸回転数 N_s を演算し、主軸制御部 5 へ出力する。これにより、主軸、従ってワーク 21 は、各刃物台 19 A, 19 B に装着された工具 20 の刃先の周速 V_{t1}, V_{t2} の平均値 V_t が、 V_c となるように回転制御される。

ところで、工具 20 の刃先の周速 V_{t1}, V_{t2} の平均値 V_t が V_c となるように、主軸の回転数 N_s を制御しても、ワーク 21 の大きさ等により、各刃物台 19 A, 19 B の工具 20 の刃先の周速が、周速設定メモリ 11 から読み出された周速の最大値を上回り、又は最小値を下回る可能性があるので、周速決定制御部 8 は、刃先位置 P X から各工具 20 の刃先の周速 $V_{t1},$

V_{t2} を演算した際に、周速 V_{t1}, V_{t2} が第 5 図における各加工 1, 2 の最小周速 V_{min}, V_{min} と最大周速 V_{max}, V_{max} の間に存在しているか否かを判定し、加工 1 を行なう刃物台 19 A の工具 20 の周速 V_{t1} が V_{max} を起えたり、加工 2 を行なう刃物台 19 B の工具 20 の周速 V_{t2} が V_{max} を超える場合には、主軸の回転数 N_s を落とす。また、逆に、周速 V_{t1} が V_{min} を下回ったり、 V_{t2} が V_{min} を下回る場合には、回転数 N_s を上げて、周速 V_{t1}, V_{t2} が必ず

$$V_{min} \leq V_{t1} \leq V_{max} \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$V_{min} \leq V_{t2} \leq V_{max} \quad \dots\dots\dots (4)$$

なるように、回転数 N_s を決定し、主軸制御部 5 を介して主軸駆動モータ 13 を制御する。なお、回転数 N_s を調整しても、(3), (4) 式を満足させることができない場合には、アラーム信号 A L M を主制御部 2 に出力し、主制御部 2 は同時加工が不可能なことをディスプレイ 7 を介してオペレータに告知すると共に、主軸

制御部 5 及び送り軸制御部 6 を介して主軸駆動モータ 13 及び送り軸駆動モータ 15 の駆動を停止して加工を中断し、オペレータによる適切な処置を待つ。

第 6 図に、第 4 図に示すワーク 21 を加工する際の、主軸回転数 N_s と工具 20 の刃先位置、即ち刃物台 19 A, 19 B の加工位置との関係を示す。外径加工（「加工 1」とする）の場合、加工位置が点 E から点 F へ進むにつれて、ワーク外径 D_1 が減少するので、周速 $V_{max}, V_{opt}, V_{min}$ を維持するためには、回転数 N_s は徐々に増加させる必要がある。逆に、内径加工（「加工 2」とする）の場合、H 点から G 点へ進むにつれて、ワーク内径 D_2 が増大し、周速 $V_{max}, V_{opt}, V_{min}$ を維持するためには、回転数 N_s は徐々に減少させる必要がある。

そこで、まず、周速決定プログラム V P R O により、目標周速 V_c が (1) 式により決定され、主軸は、各刃物台 19 A, 19 B の加工開始点 E, H における周速 V_{t1}, V_{t2} の平均値 V_t が

$V_t = V_c$ となるように、周速決定制御部 8 によりその回転数 N_{s1} が決定されるが、そのままでは、刃物台 19 B の周速 V_{t2} が、最低周速 V_{min} を下回るので、回転数 N_s を N_{s1} から、 $V_{t2} = V_{min}$ となる N_{s2} まで上昇させ、(3), (4) 式を満足させた形で加工を開始する。^(この時点で $V_t > V_c$) 加工中は、常に、ワーク 21 の内径及び外径が加工により変化してゆくので、周速決定制御部 8 は刃物台 19 A, 19 B の X 軸方向の刃先位置 P X を周期的に制御部 6 から入力し、その時点 $V_{t2} = V_{min}$ となるように回転数 N_s を制御する。^(この時点で $V_t > V_c$) 周速 V_{t1}, V_{t2} を演算する、加工がある程度進行するまで、内径 D_2 が拡大するので、その分 V_t は徐々に目標周速 V_c に近づいてゆく。ついに $V_t = V_c$ となるので、周速 V_{t2} が増加し、 $V_{t2} > V_{min}$ となるので、

その時点 P 1 から、 $V_t = V_c$ なるように回転数 N_s を制御する（但し、どのような場合でも、(3), (4) 式は満足させておく必要がある。）。加工が進行し、内径 D_2 がより拡大すると、 $V_t = V_c$ の制御による回転数 N_s では、 $V_{t2} > V_{max}$ となるので、 $V_{t2} = V_{max}$ となった時点 P 2 から、 $V_{t2} = V_{max}$ を維持する形で、回

特開昭59-157714(5)

転数 N_s を徐々に減少させ、点D及び点Eまでの加工を行なう。

なお、上述の実施例は、周速設定メモリ11に、加工の種類、加工の程度、加工部位毎に、周速の最大値、最小値、最適値等の速度データVDTを格納した場合について述べたが、メモリ11には、少なくとも、加工の種類及び加工部位に応じて、周速の最大値と最小値を格納しておけば、最適値や、加工の程度に応じた周速等は、それ等最大値と最小値に所定の係数を掛けることにより容易に得ることができる。

また、目標周速 V_c 及び実際の周速 V_{t1} 、 V_{t2} の平均値 V_t を求める場合にも、単に(1)、(2)式に示すような両者の平均ではなく、必要に応じてある程度一方の加工又は刃物台の周速に重みを付けた形で求めてもよいことは勿論ある。

更に、上述の実施例は、一方の刃物台19Aでワーク21の外径を、他方の刃物台19Bでワーク21の内径を切削した場合について述べ

たが、本発明は、同時加工を行なう限り、各刃物台19A、19Bの加工部位(内径、外径、端面等)はどのような組み合わせでも当然に適用し得るものである。

(d) 発明の効果

以上説明したように、本発明によれば、加工の種類及び加工部位に応じた周速の最大値と最小値等の速度データVDTを格納した周速設定メモリ11を設け、各刃物台19A、19Bで実行すべき加工の種類及び加工部位に対応した速度データVDTを前記メモリ11から読み出して、それ等速度データVDTから目標周速 V_c を演算決定すると共に、各刃物台19A、19Bにおける工具20の刃先の周速 V_{t1} 、 V_{t2} の平均値 V_t を、目標周速 V_c に原則的に一致させ、かつどのような場合でも周速 V_{t1} 、 V_{t2} が前記速度データVDTの対応する周速の最大値と最小値の間に位置するように、主軸の回転数 N_s を制御するようにしたので、2個の刃物台19A、19Bによる同時加工を、両加工の適

正な周速の範囲で、行なうことが可能となり、従来のように、一方の刃物台の加工に無理が生じたり、主軸の回転数を、細かく加工プログラム上で指示する必要がなくなる。なお、回転数 N_s は、加工の進行に伴って、目標周速 V_c に原則的に一致するように、連続的に変化する形で制御されるので、全加工工程において周速の低い刃物台を基準にした一定の低い回転数で加工を行なう場合に生じる、加工効率の悪化を防止し、効率の良い加工を行なうことができる。

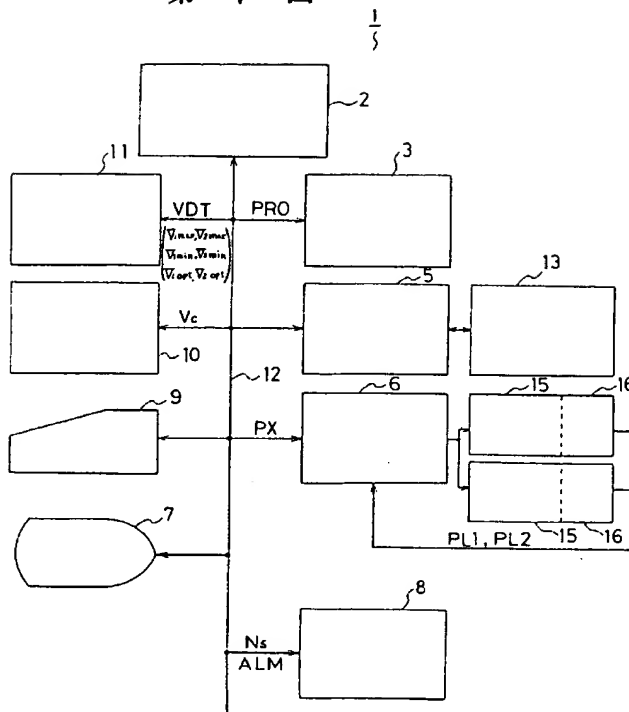
4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明が適用された4軸数値制御旋盤の制御部分の一例を示すブロック図、第2図は4軸数値制御旋盤の刃物台周辺の一例を示す図、第3図は周速決定プログラムの一例を示すフローチャート、第4図はチャックに把持されたワークを示す断面図、第5図は2個の刃物台で実行する各加工の最大、最小及び最適周速を示す図、第6図は加工位置と主軸回転数の関係を示す図である。

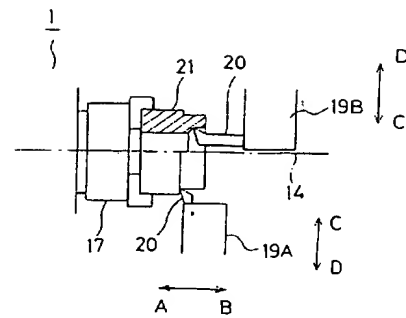
1.....4軸数値制御旋盤
11.....周速設定メモリ
19A, 19B.....刃物台
21.....ワーク
 V_{imax} , V_{zmax}最大値
 V_{imin} , V_{zmin}最小値
VDT.....速度データ
 V_c目標速度
 V_{t1} , V_{t2}刃先の周速
 V_t刃先の周速の平均値
 N_s主軸の回転数

特許出願人 株式会社 山崎鉄工所
代理人 弁理士 相田 伸二
(ほか1名)

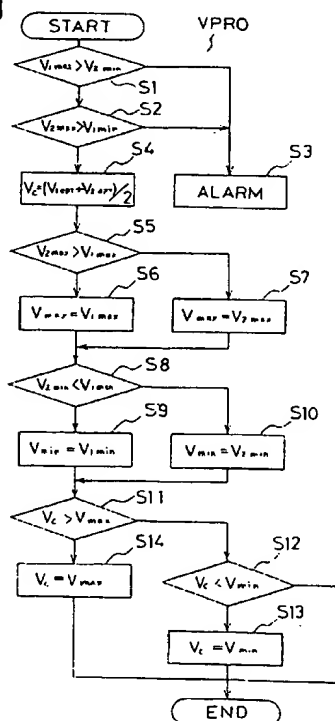
第 1 図



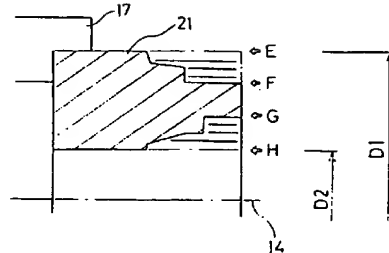
第 2 図



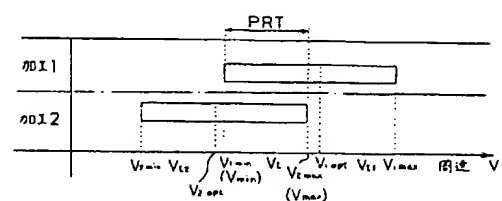
第 3 図



第 4 图

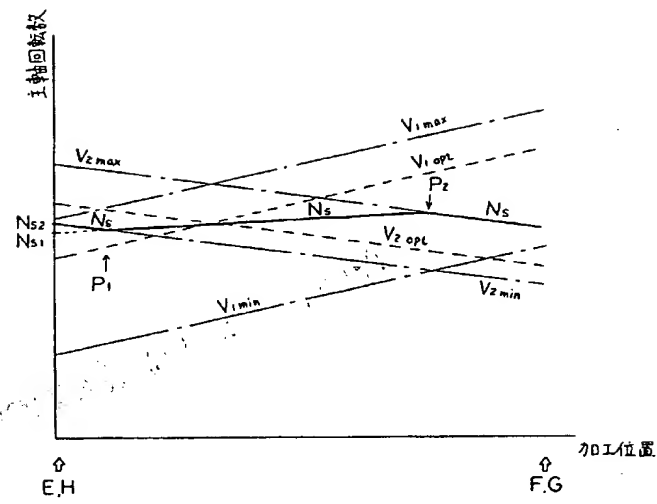


第 5 図



特開昭 59-157714(7)

第 6 図



THIS PAGE BLANK (USPTO)